

TUGAS AKHIR

ANALISIS *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM) PADA PENGELASAN BRAZING ANTARA ALUMINIUM SERI 1000 DAN *STAINLESS STEEL* SERI 304 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:
YOGA SAPUTRO
D200150277

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“ ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) PADA PENGELASAN BRAZING ANTARA ALUMINIUM SERI 1000 DAN STAINLESS STEEL SERI 304 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA ”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 25 April 2019

Yang Menyatakan



Yoga Saputro

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul "**ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) PADA PENGELASAN BRAZING ANTARA ALUMINIUM SERI 1000 DAN STAINLESS STEEL SERI 304 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA**" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Yoga Saputro**

NIM : **D200150277**

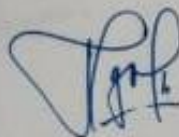
Disetujui pada :

Hari : **Rabu**

Tanggal : **8 Mei 2019**

Pembimbing

Tugas Akhir



Agus Dwi Anggono, S.T, M.Eng, Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **"ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) PADA PENGELASAN BRAZING ANTARA ALUMINIUM SERI 1000 DAN STAINLESS STEEL SERI 304 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA"** telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Yoga Saputro

NIM : D200150277

Disahkan pada :

Hari : Rabu

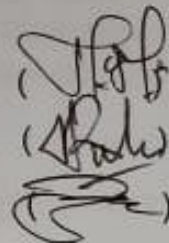
Tanggal : 8 Mei 2019

Dewan Penguji :

Ketua : Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

Anggota 1 : Muhammad Syukron, S.T., M.Eng., Ph.D

Anggota 2 : Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T

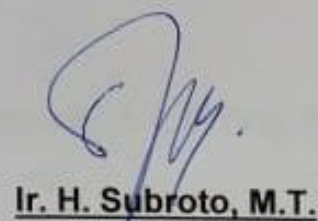


Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.



Ir. H. Subroto, M.T.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 023/A.4-II/TM/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 dengan ini :

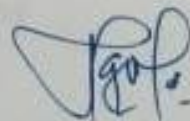
Nama : Agus Dwi Anggono, S.T, M.Eng, Ph.D
Pangkat/Jabatan : Dosen Akademik
Kedudukan : Pembimbing Utama
Memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Yoga Saputro
Nomor Induk : D200150277
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 8
Judul/Topik : **"ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) PADA PENGELASAN BRAZING ANTARA ALUMINIUM SERI 1000 DAN STAINLESS STEEL SERI 304 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA"**

Rincian Soal/Tugas : Melakukan proses sambungan *brazing* antara aluminium dan stainless steel dengan tambahan serbuk tembaga terhadap pengujian tarik/geser dan uji SEM dan EDX.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 25 April 2019
Pembimbing



Agus Dwi Anggono, S.T, M.Eng, Ph.D

Keterangan :

*)Coret salah satu

1. Warna biru untuk kajur
2. Warna kuning untuk pembimbing I
3. Warna merah untuk pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO & PESAN

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.

(Q.S. Al-Baqarah:286)

“Maka ni`mat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S. Ar-Rahman/55: 13)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetepilah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S. Asy-Syarh/94: 6,7,8)

“Ketahuilah bahwa sesungguhnya ilmu yang bisa melahirkan rasa takut kepada Allah adalah ilmu yang paling baik”

(Ibnu Athaillah as-Sakandari)

“Teruslah melangkah walaupun terkadang terasa lelah, ada orang yang harus dibahagiakan. Teruslah mencoba, karena kita sebagai hamba tidak pernah tahu hal mana yang akan dititipkan kepada kita. Allah SWT sebaik - baiknya penolong, melalui perantara-Nya”

(Yoga Saputro)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini kupersembahkan kepada :

1. Ibu dan Bapak, atas do'a dan ridho darimu. Akhirnya satu amanah terselesaikan dan sekarang berlanjut ke amanah lain yang Insyaa Allah keberkahan sudah siap di depan mata.
2. Toha Trimono, S.E., atas bimbingan dan doanya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan program strata 1 ini.
3. Serta sahabat-sahabat, teman karib. Atas do'a, nasihat, semangat dan kesetiaaan dalam menemani perjalanan hidup sampai saat ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan anugerah yang tiada terkira. Atas izin-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Dialah yang Maha Berilmu dan Maha Pemberi Ilmu bagi siapa saja yang dikehendaki-Nya.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, tidak mungkin dicapai tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, semangat dan nasihat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terimakasih kepada :


1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. dan Bapak Nurmutaha Agung Nugraha, S.T.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin UMS.
4. Bapak Agus Dwi Anggono, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Pembimbing tugas akhir, yang menjadi guru bagi saya. Yang mana telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Jajaran dosen dan staff di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
6. Andi Purnomo dan Aditya Dwi Bagus, teman seperjuangan dalam tugas akhir. Serta teman-teman yang selalu membantu dan memberikan dorongan maupun nasihat, Indra Nursetyo Pambudi, Tovec Yulianto, Dani Sumbara, Sopyan Sahid Fatulloh, Bejo Aji Agus Saputra, Dwi Haryono, Norma Aswabi, Dicky Ardian Nugraha, Umi Kultsum, Muh. Nggufron, Bayu Marta, Andi Setiawan, Wahid Arif Al Hakim dan yang tidak bisa saya sebutkan satu – persatu.

7. Sahabat dan teman dekat di Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin (KMTM) UMS, teman – teman asisten Laboratorium dan Pusat Pengembangan Ilmu Teknik Dasar (LPPITD) UMS, teman – teman asisten laboratorium Teknik Mesin UMS, Jajaran Laboratorium Teknik Mesin UMS yang telah memberikan pengalaman dan pelajaran yang tidak bisa didapatkan selama masa kuliah.
8. Teman-teman Teknik Mesin UMS angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kita keberkahan dalam setiap amal perbuatan kita.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca, dan atas segala kekurangan yang terdapat dalam laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun. Terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surakarta, 25 April 2019



Yoga Saputro

**ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM)
PADA PENGELASAN BRAZING ANTARA ALUMINIUM SERI 1000 DAN
STAINLESS STEEL SERI 304 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA**

Yoga Saputro, Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

E-mail: yogasaputro911@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk tembaga dalam proses mematri baja aluminium-steel untuk mikro-struktur dan sifat mekanik. Spesimen dalam penelitian ini digunakan aluminium seri 1000, stainless steel seri 304, alusol ER4043, dan bubuk tembaga.

Pada penelitian ini standart untuk pembuatan spesimen adalah ASTM D1002. SEM dan EDX dilakukan untuk menganalisis senyawa mikro-struktur dan kimia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan penambahan bubuk tembaga. Kekuatan tarik tertinggi adalah 14,703 MPa. Sementara spesimen tanpa bubuk tembaga didapatkan kekuatan tarik lebih rendah sebesar 10,850 MPa. Pengujian EDX ini menunjukkan bahwa konsentrasi Si meningkat pada spesimen dengan bubuk tembaga yaitu sebesar 3,69%. Ini bisa meningkatkan kekuatan tarik karena karakteristik Si yang menguatkan ikatan. Dengan menggunakan SEM, senyawa antar logam terdeteksi pada semua spesimen selama pembesaran 1000x. Panjang lapisan antar-logam dari spesimen dengan bubuk tembaga lebih rendah dari spesimen lainnya. Itu 11 μm . Spesimen tanpa bubuk tembaga panjangnya 94 μm dari lapisan antar-logam. Sedangkan ketebalan lapisan antar-logam yang terdeteksi dalam berbagai ketebalan karena butir-butir bahan pengisi.

Kata kunci: pemateri, Scanning Electron Microscope, intermetallics, bubuk tembaga.

**SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) ANALYSIS
OF COPPER POWDER ADDED BRAZE WELDING ON 1000 ALUMINIUM
SERIES AND 304 STAINLESS STEEL SERIES**

Yoga Saputro, Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

E-mail: yogasaputro911@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to investigate the influence of copper powder addition in the brazing process of aluminium-stainless steel to the micro-structure and mechanical properties. The specimens in this research were used aluminium series 1000, stainless steel series 304, ER4043 alusol, and copper powder.

The specimen was manufactured based on the ASTM D1002 standard for tensile test. SEM and EDX were performed to analyse the micro-structure and chemical compounds.

The results show that the tensile strength was increased by the addition of copper powder. The highest tensile strength was 14.703 MPa. While the specimen without copper powder was delivered lower tensile strength of 10.850 MPa. The EDX test was shown that the concentration of Si was increased in the specimen with copper powder. It was 3.69%. It could increase the tensile strength due to the characteristic of Si in the brazing line. By using SEM, the inter-metallic compound was detected in all specimens during the magnification of 1000x. The length of inter-metallic layer of specimen with copper powder was lower than the other specimen. It was 11 μm . The specimen without copper powder was 94 μm length of inter-metallic layer. While the thickness of inter-metallic layer were detected in various thickness due to the grain of filler material.

Keywords: Brazing, Scanning Electron Microscope, Intermetallics, copper powder.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO & PESAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Landasan Teori	18
2.2.1. <i>Brazing</i>	18
2.2.2. Elemen Proses <i>Brazing</i>	25
2.2.3. Logam Induk	25
2.2.4. Logam Pengisi (<i>filler</i>)	26

2.2.5. <i>Fluks</i>	27
2.2.6. Reaksi <i>Interfacial</i>	27
2.2.7. Jenis Cacat yang terjadi pada proses <i>torch Brazing</i>	32
2.2.8. Aluminium	34
2.2.9. Baja Tahan Karat (<i>stainless steel</i>)	39
2.2.10. Tembaga (Cu)	44
2.2.11. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	45
2.2.12. Energi Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX)	49
2.2.13. Teori Elastisitas dan Plastisitas	50
2.2.14. Tegangan	51
2.2.15. Regangan	52
2.2.16. Tegangan Geser	53
2.2.17. Deformasi.....	54

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	55
3.2. Bahan Penelitian	57
3.3. Alat Penelitian.....	59
3.4. Sampel	66
3.5. Lokasi Penelitian	67
3.6. Prosedur Penelitian	67

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia	73
4.2. Analisa Pengujian Tarik	74
4.2.1. Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Aluminium dan Aluminium	74
4.2.2. Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Stainless Steel dan Aluminium	76
4.2.3. Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Stainless Steel dan Stainless Steel	77
4.2.4. Hasil Rata – rata Pengujian Tarik Sambungan Tanpa Serbuk Tembaga	79

4.2.5. Hasil Rata – rata Pengujian Tarik Sambungan Dengan Serbuk Tembaga	80
4.3. Hasil Pengujian SEM dan EDX	80
4.3.1. Analisis Hasil Pengujian SEM dan EDX untuk <i>Brazing</i> Antara Aluminium dan Aluminium dengan Penambahan Serbuk Tembaga	81
4.3.2. Analisis Hasil Pengujian SEM dan EDX untuk <i>Brazing</i> Antara Stainless Steel dan Aluminium tanpa Penambahan Serbuk Tembaga	84
4.3.3. Analisis Hasil Pengujian SEM dan EDX untuk <i>Brazing</i> Antara Stainless Steel dan Aluminium dengan Penambahan Serbuk Tembaga	87
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	91
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan kuningan alusol dan aluminium dengan perbesaran 40x	9
Gambar 2.2 Lapisan kuningan dan alusol dengan perbesaran 500x; (b) 2000x	9
Gambar 2.3 <i>Interface</i> dilokasi yang berbeda dengan berbagai daya laser (a,b,c) 4,5 kW, (d,e,f) 3,5 Kw, (g,h,i) 3Kw, (j,k,l) 2,5 Kw	11
Gambar 2.4 Area <i>intermetallics</i> pada sambungan antara stainless steel dengan aluminium	11
Gambar 2.5 Fasa <i>intermetallics</i> setelah reaksi <i>solid-semi solid</i> pada suhu 652°C dan 655°C	13
Gambar 2.6 SEM filler alusol tipe lembut.....	14
Gambar 2.7 SEM <i>fraktur morfologi</i> metode <i>Brazing</i> pada sisi <i>Stainless Steel</i>	18
Gambar 2.8 <i>Torch brazing</i>	22
Gambar 2.9 Tungku untuk mematri	23
Gambar 2.10 Mekanisme <i>Interdiffusion</i>	28
Gambar 2.11 Mekanisme difusi <i>vacancy</i>	28
Gambar 2.12 Mekanisme difusi <i>interstitial</i>	29
Gambar 2.13 Mekanisme perpindahan atom	29
Gambar 2.14 Mekanisme <i>diffusion bonding</i>	31
 Gambar 2.15 Cacat retak (<i>crack</i>).....	 33
Gambar 2.16 Cacat <i>porosity</i>	33
Gambar 2.17 Cacat Inklusi	34
Gambar 2.18 Diagram <i>schaeffler</i>	43
Gambar 2.19 Mesin <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	47

Gambar 2.20 Diagram SEM dilengkapi dengan <i>detector</i> sinar-X (EDX).....	48
Gambar 2.21 Diagram tegangan regangan	54
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	55
Gambar 3.2 Plat aluminium setelah dipotong sesuai <i>standart</i> ASTM D1002	57
Gambar 3.3 Plat <i>stainless steel</i> setelah dipotong sesuai <i>standart</i> ASTM D1002	58
Gambar 3.4 <i>Filler</i> ER 4043	58
Gambar 3.5 <i>Fluks</i> Al <i>Braze</i> Ec	59
Gambar 3.6 Serbuk tembaga.....	59
Gambar 3.7 Tabung gas dan <i>torch</i>	60
Gambar 3.8 Alat uji komposisi kimia (<i>Spectrometer</i>)	60
Gambar 3.9 Mesin pengujian tarik/geser	61
Gambar 3.10 Alat foto SEM dan EDX	62
Gambar 3.11 Penggaris dan spidol	62
Gambar 3.12 Neraca digital	62
Gambar 3.13 Mesin potong (<i>Shearing</i>).....	63
Gambar 3.14 <i>Mess</i>	63
Gambar 3.15 <i>Thermometer infrared</i>	63
Gambar 3.16 Tang.....	64
Gambar 3.17 Gergaji besi	64
Gambar 3.18 Mesin amplas.....	64
Gambar 3.19 Sarung tangan	65
Gambar 3.20 Amplas	65
Gambar 3.21 Potongan pipa.....	65
Gambar 3.22 Resin dan katalis.....	65
Gambar 3.23 Kain bludru	66
Gambar 3.24 Autosol (<i>metal polish</i>).....	66
Gambar 3.25 Spesimen uji SEM dan EDX.....	66

Gambar 3.26 Spesimen uji tarik.....	66
Gambar 3.27 Ukuran spesimen ASTM D1002	68
Gambar 3.28 Nama bagian sambungan <i>lap joint</i>	69
Gambar 4.1 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>lap joint</i> antara aluminium dan aluminium dengan dan tanpa serbuk tembaga	74
Gambar 4.2 Hasil pengujian tarik geser sambungan aluminium dengan aluminium (a) Tanpa serbuk tembaga (b) Dengan serbuk tembaga	75
Gambar 4.3 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>lap joint</i> antara <i>stainless steel</i> dan aluminium dengan dan tanpa serbuk tembaga	76
Gambar 4.4 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>stainless steel</i> dengan aluminium (a) Tanpa serbuk tembaga (b) Dengan serbuk tembaga	76
Gambar 4.5 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>lap joint</i> antara <i>stainless steel</i> dan <i>stainless steel</i> dengan dan tanpa serbuk tembaga	77
Gambar 4.6 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>stainless steel</i> dengan <i>stainless steel</i> (a) Tanpa serbuk tembaga (b) Dengan serbuk tembaga	78
Gambar 4.7 Grafik rata – rata pengujian tarik geser tegangan dan regangan tanpa penambahan serbuk tembaga	79
Gambar 4.8 Grafik rata – rata pengujian tarik geser tegangan dan regangan dengan penambahan serbuk tembaga	80
Gambar 4.9 Mikrograf SEM dari sambungan aluminium dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga	81
Gambar 4.10Mikrograf SEM untuk <i>line analysis</i> sambungan aluminium dan aluminium dengan tambahan serbuk tembaga	82
Gambar 4.11 <i>Line analysis</i> sambungan aluminium dan aluminium	

dengan tambahan serbuk tembaga	83
Gambar 4.12 Mikrograf SEM dari sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium tanpa penambahan serbuk tembaga perbesaran 10000x	84
Gambar 4.13 Mikrograf SEM dari sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium tanpa penambahan serbuk tembaga perbesaran 3000x	85
Gambar 4.14 Mikrograf SEM untuk <i>line analysis</i> sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium tanpa tambahan serbuk tembaga	85
Gambar 4.15 <i>Line analysis</i> sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium tanpa tambahan serbuk tembaga	86
Gambar 4.16 Mikrograf SEM dari sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga perbesaran 5000x.....	87
Gambar 4.17 Mikrograf SEM dari sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga perbesaran 5000x.....	88
Gambar 4.18 Mikrograf SEM untuk <i>line analysis</i> sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium dengan tambahan serbuk tembaga	89
Gambar 4.19 <i>Line analysis</i> sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium dengan tambahan serbuk tembaga	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Tembaga dan Paduan Tembaga	44
Table 4.1	Hasil pengujian komposisi kimia aluminium	73
Tabel 4.2	Hasil <i>line analysis</i> EDX untuk sambungan aluminium dan aluminium dengan tambahan serbuk tembaga	83
Tabel 4.3	Hasil <i>line analysis</i> EDX untuk sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium tanpa tambahan serbuk tembaga	87
Tabel 4.4	Hasil <i>line analysis</i> EDX untuk sambungan <i>stainless steel</i> dan aluminium dengan tambahan serbuk tembaga	90